

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**Fixing mirror pedestal on to glass screen quickly and reliably - by applying adhesive film to heated pedestal and pressing pedestal to glass from above**

Patent Number: DE4124766

Publication date: 1992-12-17

Inventor(s):

Applicant(s):

Requested Patent: ☐ DE4124766

Application Number: DE19914124766 19910723

Priority Number(s): DE19914124766 19910723

IPC Classification: B60R1/02; C03C27/04; C09J5/06; G02B7/182

EC Classification: C03C27/04

Equivalents:

**Abstract**

Fixing a mirror pedestal onto a glass screen, includes heating the pedestal, applying an adhesive film and then pressing the pedestal onto the glass form above, under pressure. The adhesive film is lifted from a substrate, located over the pedestal and then moved over the glass and adhered to it. The contact area between the mirror pedestal and the glass is cooled before pressure is relaxed.

ADVANTAGE - The process is simple and enables mirror pedestals to be fixed onto glass quickly and reliably.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Patentschrift  
10 DE 41 24 766 C 1

21 Aktenzeichen: P 41 24 766.3-45  
22 Anmeldetag: 23. 7. 91  
43 Offenlegungstag: —  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 17. 12. 92

29553/DE/1  
51 Int. Cl. 5:  
C 03 C 27/04  
C 09 J 5/06  
G 02 B 7/182  
B 60 R 1/02  
// C 09 J 7/00

DE 41 24 766 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
Flachglas AG, 8510 Fürth, DE

74 Vertreter:

Boehmert, A., Dipl.-Ing.; Hoormann, W., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing., 2800 Bremen; Goddar, H., Dipl.-Phys.  
Dr.rer.nat.; Liesegang, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 8000 München; Stahlberg, W.; Kuntze,  
W.; Kouker, L., Dr., 2800 Bremen; Huth, M., 6228  
Eltville; Pufendorf, von, L., Rechtsanwälte, 1000  
Berlin; Münzhuber, R., Dipl.-Phys., 8000 München;  
Winkler, A., Dr.rer.nat., 2800 Bremen; Tönhardt, M.,  
Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000 München;  
Nordemann, W., Prof. Dr.; Vinck, K., Dr.; Hertin, P.,  
Prof. Dr.; Brocke, vom, K., Rechtsanwälte, 1000  
Berlin

72 Erfinder:  
Selders, Johannes, Dipl.-Ing., 4350 Recklinghausen,  
DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 30 43 034  
US 32 42 026

54 Verfahren und Vorrichtung zum Befestigen eines Spiegelsockels an einer Glasscheibe

57 Verfahren zum Befestigen eines Spiegelsockels an einer  
Glasscheibe, bei dem der Spiegelsockel erhitzt und unter  
Zwischenschalten einer Klebefolie im wesentlichen vertikal  
von oben an die Glasscheibe angepreßt und mit dieser durch  
Anwendung von Druck und Wärme verbunden wird, dadurch  
gekennzeichnet, daß die Klebefolie mittels des vorher  
erhitzten Spiegelsockels von einer Unterlage abgehoben,  
alsdann an dem Spiegelsockel klebend über die Glasscheibe  
geführt und schließlich mit dieser verbunden wird; sowie  
Vorrichtung zu seiner Durchführung.

DE 41 24 766 C 1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Befestigen eines Spiegelsockels an einer Glasscheibe nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 5.

Bei der Herstellung von z. B. Windschutzscheiben für Kraftfahrzeuge ist es heute üblich, den vorzugsweise aus Metall bestehenden Spiegelsockel an der Scheibe anzukleben. Hierzu wird beispielsweise bei einem in der US-PS 32 31 440 beschriebenen Verfahren der eingangs genannten Art so vorgegangen, daß die Klebefolie mittels eines Weichmachers klebfähig gemacht und dann an die Glasscheibe angepreßt wird. Eine ähnliche Vorgehensweise ist in der DE-OS 26 04 030 beschrieben.

Bei einem aus der DE-OS 30 43 034 bekannten Verfahren wird der Spiegelsockel induktiv erhitzt, um auf diese Weise mittels entsprechenden wärmeaktivierbaren, z. B. thermoplastischen Klebmaterials eine Verbindung mit der Scheibe zu erzielen. In der US-PS 32 42 026 ist ein Verfahren beschrieben, bei dem die Klebefolie auf dem Spiegelsockel aufliegend an die Glasscheibe gepreßt wird; eine ähnliche Vorgehensweise ist Gegenstand der EP-OS 03 44 131. Eine sinngemäß ähnliche Vorgehensweise ist auch aus der EP-PS 03 58 768 bekannt. Gemeinsam ist den bekannten Verfahren, daß sie sich wegen der erforderlichen Arbeitsschritte nur bedingt für eine automatische Präzisionsbefestigung von Spiegelsockeln an Glasscheiben eignen, wie sie z. B. für andere Arbeitsschritte mittels geeigneter Roboter-Schwenkarme oder dergleichen bereits üblich sind.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung der gattungsgemäßen Art zu schaffen, mittels welcher Spiegelsockel hochpräzise und insbesondere mit kurzen Taktzeiten zuverlässig an Glasscheiben befestigt werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe bei einem Verfahren der eingangs genannten Art durch die im Kennzeichen des Patentanspruches 1 genannten Merkmale gelöst. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist gekennzeichnet durch die Merkmale des Patentanspruches 5. Besondere Ausführungsformen des Verfahrens und der Vorrichtung nach der Erfindung sind Gegenstand der Ansprüche 2 bis 4 bzw. 6 bis 13.

Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, daß es gelingt, die gestellte Aufgabe zu lösen, indem der Spiegelsockel selbst, unter Vermeidung weiterer Vorrichtung und Verfahrensmaßnahmen, als Träger für die Klebefolie, unter Zwischenschaltung eines "Vorverbundschrittes", verwendet wird. Neben dieser Maßnahme, den vorerwärmten Spiegelsockel zum Anheben und Transport der Klebefolie zu verwenden, lehrt die Erfindung in überraschend wirkungsvoller Weise auch, den Verbindungsbereich zwischen dem Spiegelsockel und der Glasscheibe vor dem Abnehmen des Verbindungsdruckes rasch abzukühlen, ehe die Druckentlastung erfolgt, so daß auf diese Weise eine besonders zuverlässige Verbindung gewährleistet werden kann, die ein sofortiges weiteres Handhaben der Glasscheibe nach dem Austragen aus der Vorrichtung nach der Erfindung gewährleistet.

Gegenüber dem Stand der Technik nach der obengenannten US-PS 32 42 026 besteht der wesentliche Unterschied des erfindungsgemäßen Vorgehens darin, daß dort die Klebefolie auf den Spiegelsockel aufgelegt und dann mit diesem zusammen an die Glasscheibe gepreßt

wird, wobei eine präzise Positionierung nur mit erheblichem vorrichtungsmäßigen Aufwand möglich ist, während bei der Erfindung zunächst der Spiegelsockel mit der Klebefolie vorverbunden und dann gleichsam als Werkzeug zum Anheben und Transport der Klebefolie eingesetzt wird. Ein derartiges Vorverbinden der Klebefolie mit dem Spiegelsockel, unter Vorerwärmung des Spiegelsockels, mit anschließender Verwendung des Spiegelsockels als Werkzeug im vorbeschriebenen Sinn ist in der US-PS 32 42 026 nicht angesprochen. Bei der Vorgehensweise nach der DE-OS 30 43 034 wird der Spiegelsockel, nachdem er unter Zwischenschaltung einer Kleberschicht mit der Glasscheibe in Kontakt gebracht worden ist, induktiv beheizt, um so den Kleber zu aktivieren, jedoch enthält auch diese Druckschrift keinen Hinweis auf die für den Gegenstand der vorliegenden Erfindung wesentliche Maßnahme, den Spiegelsockel zur Handhabung der mit ihm durch Vorerwärmen des Spiegelsockels vorverbundenen Klebefolie zu verwenden.

Nachstehend ist ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der schematischen Zeichnung im einzelnen erläutert. Dabei zeigt:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer Vorrichtung nach der Erfindung in der Draufsicht;

Fig. 2 die Klebefolien-Aufnahmestation des Ausführungsbeispieles von Fig. 1 in der Draufsicht;

Fig. 3 die Preßstation des Ausführungsbeispieles von Fig. 1 und 2 in perspektivischer Ansicht von schräg oben;

Fig. 4 die Preßeinrichtung der Preßstation von Fig. 3 in der Seitenansicht, teilweise geschnitten; und

Fig. 5 einen Teil der Preßeinrichtung von Fig. 4 in der Ansicht von oben, nämlich in Richtung des Pfeiles V von Fig. 4 gesehen.

Wie Fig. 1 erkennen läßt, weist die Vorrichtung nach der Erfindung bei dem dort gezeigten Ausführungsbeispiel zwei Trittschaltmatten 10, 12 auf, auf denen jeweils, wie schematisch dargestellt, eine Bedienungsperson 14 bzw. 16 steht. Es sind zwei Scheibenpositioniertische 18, 20 vorgesehen, die jeweils zum Auflegen einer Glasscheibe — nicht gezeigt — dienen, die mit einem Spiegelsockel versehen werden sollen. Auf einer Sockelvorwärmplatte 22 sind im wesentlichen aus Metall bestehende Spiegelsockel zeitweise absetzbar, wobei sie auf eine Temperatur erhitzbar sind, die das vorläufige Ankleben einer noch zu diskutierenden Klebefolie, in vereinzelter Etikettenform, ermöglicht. An einer Roboterkonsole 24 ist ein diverse Schwenk- und Hubbewegungen ermöglichender Arbeitsarm eines Roboters angebracht, der sich in einem Arbeitsbereich 26 bewegen kann, welcher u. a. die Sockelvorwärmplatte 22 umfaßt. Die Spiegelsockel sind in einem Spiegelsockelmagazin 28 untergebracht, aus dem sie mittels des Roboterarmes entnommen werden können. Eine Klebefolien-Aufnahmestation 30 ermöglicht, in weiter unten noch darzustellender Weise, das horizontale Darbieten einer etikettenförmigen Klebefolie. Auf den Scheibenpositioniertischen 18 ist eine Reihe von — lediglich beim Scheibenpositioniertisch 20 gezeigten — Justieranschlägen 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44 vorgesehen, die unter Einwirkung einer entsprechenden Steuereinrichtung so verstellbar sind, daß die Scheibe in einer Preßstation, in der die auf der Scheibe einzunehmende Spiegelsockelposition mit dem Bezugszeichen 46 bezeichnet ist, in die korrekte Aufbringlage für den Spiegelsockel gebracht werden können. Für das Erfassen und den Transport des Spiegelsockels in der Preßstation sind durch ein Greifer-

wechselsystem 48 zur Verfügung gestellte Greifer vorgesehen, die jeweils formschlüssig an die anzubringende Spiegelsockelart angepaßt sind.

Wie Fig. 2 erkennen läßt, weist die Klebefolien-Aufnahmestation 30 eine Darbietungsplatte 50 zum horizontalen Darbieten eines einzelnen Klebefolienetiketts 52 auf, welches von einem Endlosband abgenommen und zur weiteren Verarbeitung auf der Darbietungsplatte 50 abgelegt wird.

Fig. 3 zeigt, daß die verschiedenen Anschläge 32-44 des Scheibenpositioniertisches so angeordnet sind, daß mit ihrer Hilfe eine auf dem Scheibenpositioniertisch 20 abgelegte Glasscheibe exakt so ausgerichtet werden kann, daß ein Spiegelsockel 54 später die korrekte Position auf der Scheibe hat.

Wie Fig. 4 erkennen läßt, befindet sich dort in der Preßstation eine Glasscheibe 56 auf einem feststehenden Gegenstempel 58 einer Preßeinrichtung, der dem Scheibenpositioniertisch 20 zugeordnet ist. Innerhalb des Gegenstempels 58 befindet sich eine elektrische Induktionsheizung 60. Auf der Glasscheibe 56 ist von einem Greifer 62 mit öffnen- und schließbaren Backen (72, 74) ein Spiegelsockel 54 gehalten, der an seiner der Glasscheibe 56 zugewandten Seite eine Klebefolie 52 (in Fig. 4 nicht gezeigt) trägt. Mittels eines beweglichen Preßstempels 64, der an einem Andrückarm 66 sitzt, ist der Spiegelsockel 54 in Fig. 4 an die Glasscheibe 56 angepreßt. Mittels einer Pyrometeroptik 68 läßt sich die Temperatur des Verbindungsbereiches zwischen der Glasscheibe 56 und dem Spiegelsockel 54 messen. Eine Kaltluftzuführung 70 ermöglicht das Anblasen von Kaltluft an den Verbindungsbereich zwischen Glasscheibe 56 und Spiegelsockel 54.

Fig. 5 läßt erkennen, daß der Greifer 62 zwei horizontal bewegliche Greiferbacken 72, 74 aufweist, mittels welcher der Verbund aus Spiegelsockel 54 und Klebefolie (52) beim Preßvorgang formschlüssig erfaßbar ist. Die Backen 72, 74 sind in einer Horizontalebene pneumatisch bewegbar, wobei aber auch, wie insgesamt für die Vorrichtung nach der Erfindung in dem gezeigten Ausführungsbeispiel, auch andere elektrische, pneumatische und/oder hydraulische Steuer- und Verstellsysteme eingesetzt werden können.

Die Vorrichtung nach der Erfindung arbeitet wie folgt: Auf der Darbietungsplatte 50 wird eine Klebefolie in horizontaler Lage, also mit frei nach oben weisender Oberfläche, bereitgestellt. Mittels des Roboterarmes wird ein Spiegelsockel 54 auf der Sockelvorwärmplatte 22 abgesetzt und dort so lange erwärmt, bis seine Temperatur über der Erweichungstemperatur der Klebefolie 52 liegt. Anschließend wird der Spiegelsockel 54 mittels des Roboterarmes über die auf der Darbietungsplatte 50 bereitgestellte Klebefolie 52 geführt und auf die Klebefolie 52 abgesenkt. Beim anschließenden Anheben des Spiegelsockels 54 bleibt die beispielsweise aus Nylon-Epoxid hergestellte Klebefolie 52 an dessen Unterfläche nach Art eines Vorverbundes hängen. Der noch heiße Spiegelsockel wird mittels des Roboterarmes über die zwischenzeitlich auf dem Scheibenpositioniertisch 18 bzw. 20 exakt justierte Glasscheibe 56 geführt und auf diese abgesenkt, wobei der Spiegelsockel mittels der Greiferbacken 72, 74 in seiner Position gehalten und mittels des Preßstempels 64 an die Glasscheibe 56 angedrückt wird. Mittels der Induktionsheizung 60 werden der Spiegelsockel 54, der vorzugsweise aus Metall besteht und die Klebefolie 52, durch die Glasscheibe 56 hindurch soweit erwärmt, wie dies notwendig ist, um mittels der zwischen dem Spiegelsockel 54 und

der Glasscheibe 56 befindlichen Klebefolie 52 eine innige Verbindung zwischen dem Spiegelsockel 54 und der Glasscheibe 56 zu erreichen. Sobald der Klebevorgang abgeschlossen ist, wird mittels der Kaltluftzuführung 70 kalte Luft auf den Verbindungsbereich zwischen dem Spiegelsockel 54 und der Glasscheibe 56 geblasen, wobei der Druck des Preßstempels 64 aufrechterhalten bleibt. Erst wenn mittels der Pyrometeroptik 68 festgestellt worden ist, daß die Temperatur des Verbindungsbereiches hinreichend weit abgesunken ist, wird der Preßstempel 64, unter gleichzeitigem Lösen der Greiferbacken 72, 74 von der Glasscheibe 56 abgehoben, woraufhin diese, mit daran befestigtem Spiegelsockel 54, abtransportiert werden kann.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in der Zeichnung und in den Ansprüchen offenbarte Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

#### Bezugszeichenliste

- 10 Trittschaltmatte
- 12 Trittschaltmatte
- 14 Bedienungsperson
- 16 Bedienungsperson
- 18 Scheibenpositioniertisch
- 20 Scheibenpositioniertisch
- 22 Sockelvorwärmplatte
- 24 Roboterkonsole
- 26 Arbeitsbereich des Roboters
- 28 Spiegelsockelmagazin
- 30 Klebefolien-Aufnahmestation
- 32 Justieranschlag
- 34 Justieranschlag
- 36 Justieranschlag
- 38 Justieranschlag
- 40 Justieranschlag
- 42 Justieranschlag
- 44 Justieranschlag
- 46 Spiegelsockelposition
- 48 Greiferwechselsystem
- 50 Darbietungsplatte
- 52 Klebefolie
- 54 Spiegelsockel
- 56 Glasscheibe
- 58 Gegenstempel
- 60 Induktionsheizung
- 62 Greifer
- 64 Preßstempel
- 66 Andrückarm
- 68 Pyrometeroptik
- 70 Kaltluftzuführung
- 72 Greiferbacken
- 72 Greiferbacken

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Befestigen eines Spiegelsockels an einer Glasscheibe, bei dem der Spiegelsockel erhitzt und unter Zwischenschalten einer Klebefolie vertikal von oben an die Glasscheibe angepreßt und mit dieser durch Anwendung von Druck und Wärme verbunden wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Klebefolie mittels des vorher erhitzten Spiegelsockels von einer Unterlage abgehoben, an dem Spiegelsockel klebend über die Glasscheibe

geführt und schließlich mit dieser verbunden wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbund aus Spiegelsockel und Klebefolie während des Anpressens an die Glasscheibe von einem unterhalb der Glasscheibe ihm gegenüberliegend angeordneten Gegenstempel induktiv beheizt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungsbereich zwischen dem Spiegelsockel und der Glasscheibe vor dem Abnehmen des Anpreßdruckes gekühlt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Verbindungsbereich mittels Kaltluft abgekühlt wird.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, mit einer Einrichtung zum Heranführen des Spiegelsockels an die Glasscheibe, einer Einrichtung zum Heranführen einer Klebefolie an die Glasscheibe in einer zwischen der Glasscheibe und dem Spiegelsockel befindlichen Position, einer Einrichtung zum Ausrichten der Glasscheibe relativ zu der Klebefolie und dem Spiegelsockel in einer Preß-Station, und einer in der Preßstation vorgesehenen Einrichtung zum Andrücken des Spiegelsockels an die Glasscheibe, welche eine Preßeinrichtung mit Preßstempel und Gegenstempel aufweist, gekennzeichnet durch a) eine Sockelvorwärmplatte (22), auf welcher der Spiegelsockel (54) vorübergehend zum Erwärmen auf eine zum vorläufigen Verkleben mit der Klebefolie (52) ausreichende Temperatur absetzbar ist; durch b) eine Klebefolien-Aufnahmestation (30), in der die Klebefolie (52) horizontal liegend der Einrichtung zum Zuführen des Spiegelsockels zur Preßeinrichtung (58, 64) darbietbar ist; und c) eine Einrichtung zum Zuführen des Spiegelsockels (54) aus einem Spiegelsockelmagazin (28) an die Sockelvorwärmplatte (22), zum Absetzen des Spiegelsockels (54) auf der Sockelvorwärmplatte (22), zum Abheben des Spiegelsockels (54) von der Sockelvorwärmplatte (22) nach seiner Erwärmung, zum Absenken des Spiegelsockels (54) auf die Klebefolie (52) in der Klebefolien-Aufnahmestation (30) und zum Transport des nach Art eines Vorverbundes mit der Klebefolie (52) vorläufig verbundenen Spiegelsockels (54) in die Preßeinrichtung (58, 64).

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Sockelvorwärmplatte (22) elektrisch beheizbar ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Glasscheibe (56) in der Preßstation mittels einer Dreipunkt-Taumeljustierung (32-44) exakt in der gewünschten Relativstellung zu dem von der Zuführeinrichtung gehaltenen Spiegelsockel (54) ausrichtbar ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der ortsfest ausgebildete Gegenstempel (58) der Preßeinrichtung eine Induktionsheizung (60) zum Erwärmen des mittels des beweglichen Preßstempels (64) an die Glasscheibe (56) gedrückten Vorverbundes aus Spiegelsockel (54) und Klebefolie (52) durch die Glasscheibe (56) hindurch aufweist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kühleinrichtung (70) zum Abkühlen des Verbindungsbereiches zwischen Spiegelsockel (54) und Glasscheibe (56) vor dem Entla-

sten des Preßstempels (64) vom Preßdruck vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühleinrichtung eine Kaltluftzuführung (70) mit Blasdüsen aufweist.

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Preßeinrichtung einen Greifer (62) mit in einer Horizontalebene öffnen- und schließbaren Greiferbacken (72, 74) zum Umfassen des Verbundes aus Spiegelsockel (54) und Klebefolie (52) während des Verbundprozesses aufweist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Greiferbacken (72, 74) in Greifstellung den Spiegelsockel (54) und die Klebefolie formschlüssig halten.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Preßeinrichtung eine Temperaturmeßeinrichtung (68) zum Messen der Temperatur des Verbindungsbereiches zwischen dem Spiegelsockel (54) und der Glasscheibe (56) aufweist, die mit einer Steuereinrichtung zum Lösen des Greifers (62) und Anheben des Preßstempels (64) verbunden ist.

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

—Leerseite—

Fig.1

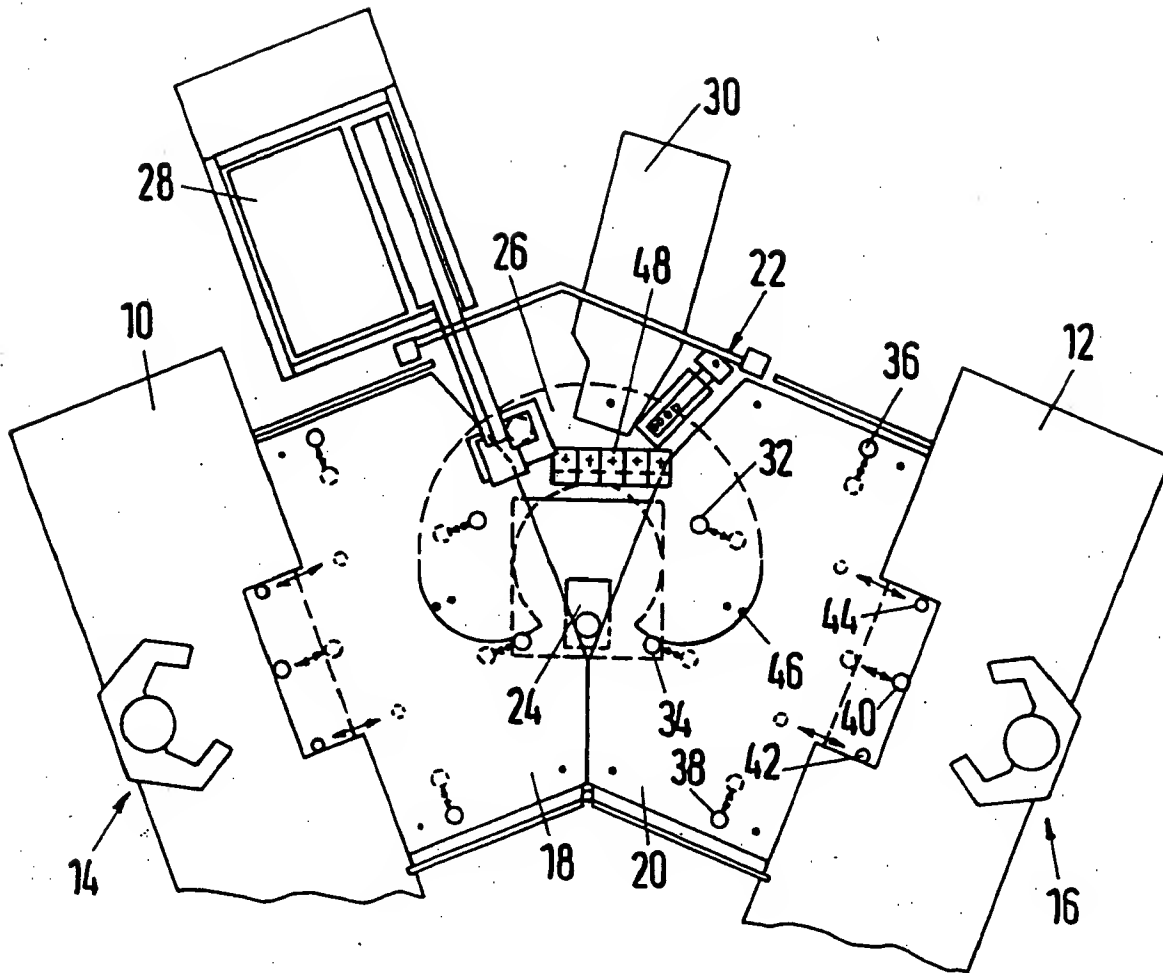
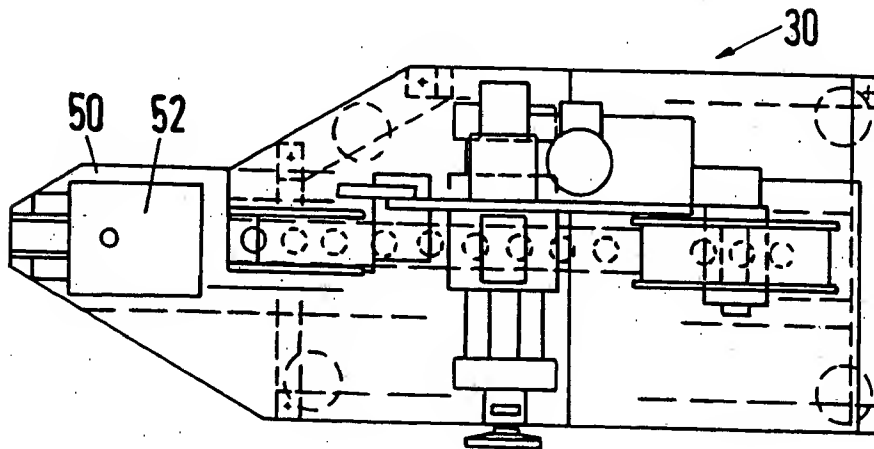


Fig. 2





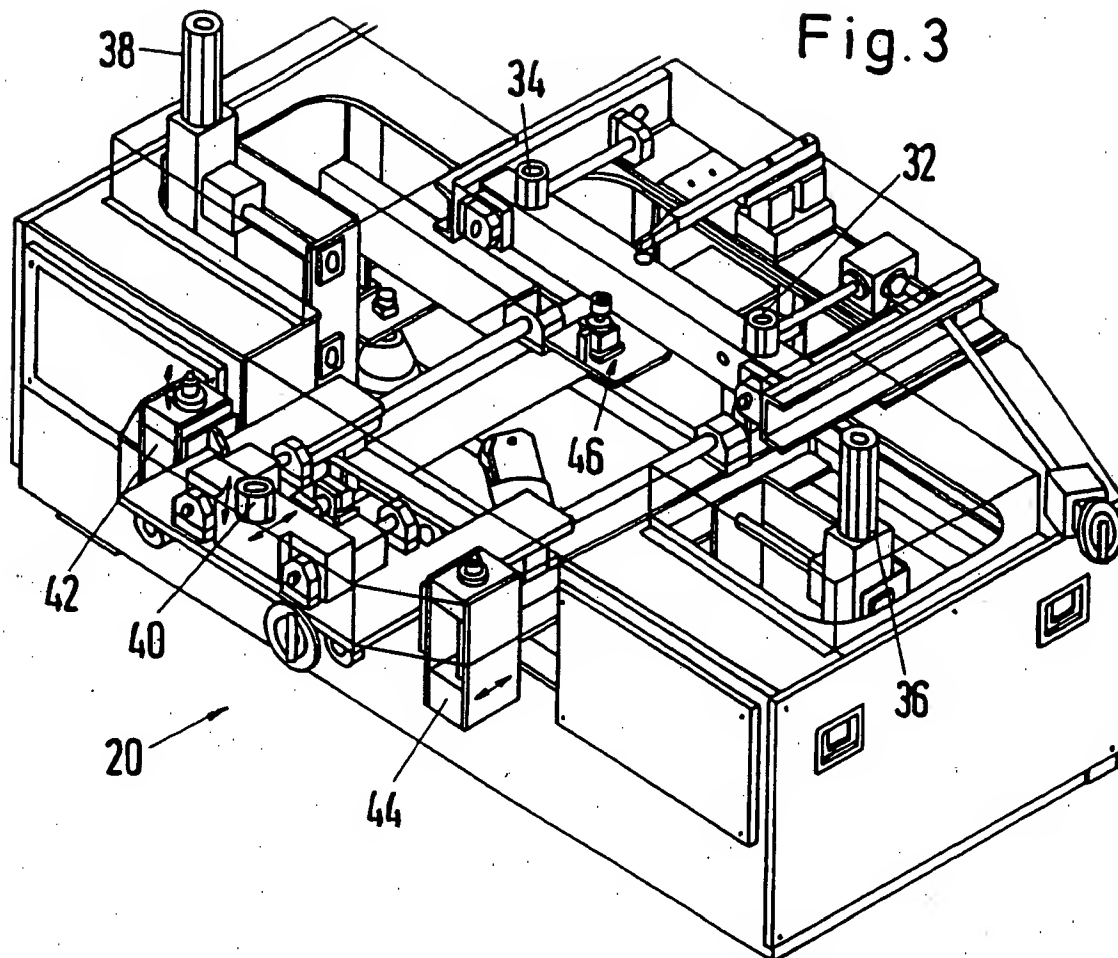


Fig. 4

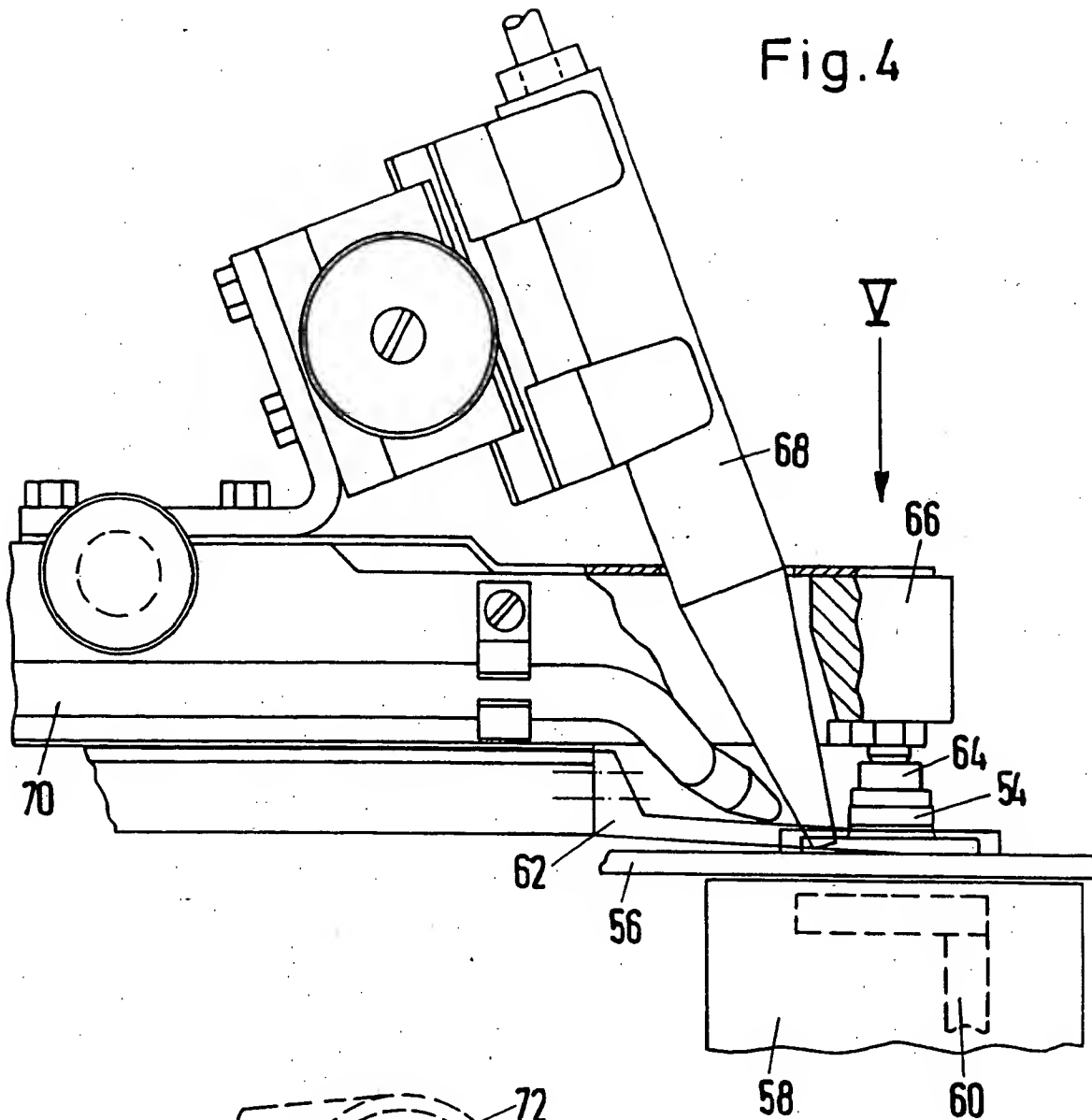


Fig. 5

